

Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



**Avaliação da influência do substrato e do  
cimento de resina na cor final da cerâmica  
de dissilicato de lítio**

**Estudo laboratorial**

**Fátima Maurício de Magalhães**

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017



Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



**Avaliação da influência do substrato e do  
cimento de resina na cor final da cerâmica  
de dissilicato de lítio**

**Estudo laboratorial**

**Fátima Maurício de Magalhães**

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor João Roque e Prof. Doutor Tiago  
Mourão

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2017



## Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado só foi possível graças à colaboração de várias pessoas e a elas estarei eternamente grata.

Ao Professor Doutor João Roque, dirijo um especial agradecimento pelos saberes transmitidos, por toda a disponibilidade, paciência e incentivo com que acompanhou a elaboração da minha dissertação. Muito, muito obrigada!

Ao Professor Doutor Tiago Mourão, por todas as sugestões e saberes transmitidos que sem dúvida alguma contribuíram para o enriquecimento deste estudo.

Ao meu grande amigo, Diogo Firmino, pela frezagem em CAD-CAM dos espécimes de cera, mas acima de tudo pela sua amizade, o melhor amigo que a faculdade me deu para a vida.

Ao professor Manuel Guerreiro, por ceder o seu laboratório de prótese para a elaboração dos espécimes de cerâmica. Muito obrigada! É a ele e ao Luciano Pires que devo a paixão pela prótese fixa pelos excelentes técnicos de prótese que são, agradeço todo o conhecimento que partilharam comigo enquanto sua colaboradora.

A todos os colegas e amigos do curso, principalmente à Ana Paz, dupla e companheira que sempre me incentivou e que partilhou comigo quase todos os dias deste percurso.

À Doutora Susana Faria, não de forma direta nesta dissertação, mas pela excelente pessoa e profissional que é, sem dúvida enriqueceu o meu percurso. Tenho muito a agradecer tudo o que me ensinou, é sempre um prazer trabalharmos juntas.

A todos os outros amigos que sempre me apoiaram e deram força neste percurso.

Por fim, mas com a maior importância, à minha família. Às minhas irmãs, Paula e Ana, por toda a partilha de conhecimento e apoio. Acima de tudo aos meus pais que tornaram este sonho possível, principalmente à minha mãe, pelo seu apoio incondicional, valores transmitidos e por ter sido ela sempre a primeira a acreditar em mim e me fazer acreditar que era capaz de atingir tudo aquilo que sempre quis.



## Resumo e palavras-chave

**Objetivo:** Avaliar a influência dos substratos e do cimento de resina na cor da cerâmica de dissilicato de lítio.

**Materiais e métodos:** Foram confeccionados 20 discos de cerâmica IPS e.max Press (LT A3, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) com 0,5 mm de espessura. Utilizaram-se 5 substratos: dentina, esmalte, compósito A3, zircônia branca e metal Cr-Co. Para a cimentação usaram-se duas pastas *try-in* (Variolink Esthetic Neutral e Light<sup>+</sup> - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein).

A leitura da cor foi realizada com um espectrofotômetro (Easyshade V, VITA - Zahnfabrik, Germany) que determinou o  $\Delta E$  entre a cor A3 (controle) e os grupos de cerâmica sobre os substratos com pasta *try-in* translúcida e opaca.

Os dados foram submetidos a análise estatística. As diferenças de  $\Delta E$  entre tipos de *try-in* para cada substrato foram analisadas usando o teste T-student para variâncias iguais/desiguais ou o teste Mann-Whitney nos casos de rejeição à distribuição normal e as diferenças de  $\Delta E$  entre tipos de substrato, para cada grupo de *try-in*, foram analisadas recorrendo ao teste de Friedman, subsequente analisadas *post-hoc* com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni.

**Resultados:** Nos grupos de Metal e Zircônia, os espécimes aplicados com *try-in* translúcida obtiveram um valor médio de  $\Delta E$  mais elevado face aos aplicados com a opaca, ao contrário dos grupos de Compósito e Dentina que revelaram um valor médio de  $\Delta E$  mais elevado com a pasta *try-in* translúcida. Essas diferenças verificaram-se estatisticamente significativas.

Atendendo às diferenças de  $\Delta E$  entre substratos, examinandas distintamente em cada grupo de *try-in*, no que se utilizou a translúcida, o valor de  $\Delta E$  obtido revelou diferenças estatisticamente significativas em todas as comparações múltiplas para cada substrato ( $p=0,005$ ).

**Conclusão:** Dentro das limitações deste estudo, concluiu-se que as variáveis pesquisadas – substrato e cimento – tiveram influência significativa na cor final das restaurações de dissilicato de lítio.

**Palavras-chave:** Dissilicato de Lítio, Cimento de resina e Cor





## Abstract and key-words

**Objective:** The purpose of this study is to evaluate the influence of the substrates and resin cement on the color of lithium disilicate ceramics.

**Materials and methods:** 20 ceramic discs IPS e.max Press (LT A3, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) with 0,5 mm thickness were prepared. Five substrates were utilized: dentin, enamel, A3 composite, white zirconia and Cr-Co metal. Two *try-in* pastes (Variolink Esthetic Neutral and Light<sup>+</sup> - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) were used for the cementation.

Color was measured with a spectrophotometer (Easyshade V, VITA - Zahnfabrik, Germany) which determined the  $\Delta E$  between the A3 color (control) and the ceramic groups on the substrates with translucent and opaque *try-in* pastes.

The data were submitted to statistical analysis. The  $\Delta E$  differences between *try-in* pastes for each substrate were analyzed using the T-student test for equal/unequal variances or the Mann-Whitney test in cases of rejection to the normal distribution and differences of  $\Delta E$  between substrate types, for each *try-in* group, were analyzed using the Friedman test, subsequently analyzed *post-hoc* using the Wilcoxon test and Bonferroni correction.

**Results:** In the Metal and Zirconia groups, the specimens applied with translucent *try-in* obtained a higher mean value of  $\Delta E$  compared to those applied with opaque, unlike the composite and dentin groups that revealed a higher mean value of  $\Delta E$  with the translucent *try-in* paste. These differences were statistically significant.

Considering the differences of  $\Delta E$  between substrates, examined differently in each *try-in* group, in which the translucent was used, the  $\Delta E$  value obtained revealed statistically significant differences in all multiple comparisons for each substrate ( $p = 0,005$ ).

**Conclusion:** Within the limitations of this study, it was concluded that the studied variables - substrate and cement - had a significant influence on the final color of lithium disilicate restorations.

**Key-words:** Lithium disilicate, Resin cement and Color



## Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo e palavras-chave .....	iii
Abstract and key-words .....	v
Introdução .....	1
Evolução das cerâmicas .....	1
Cerâmicas de dissilicato de lítio .....	2
Fatores que influenciam a cor .....	3
Cor .....	3
Métodos de determinação da cor .....	4
Método visual .....	4
Métodos instrumentais .....	4
Objetivo .....	7
Materiais e métodos .....	9
Confeção dos espécimes de cerâmica .....	9
Confeção dos substratos .....	12
Aplicação da pasta <i>try-in</i> .....	13
Leitura da cor .....	14
Análise estatística .....	15
Resultados .....	17
Discussão .....	25
Conclusões .....	31
Referências Bibliográficas .....	33



## **Introdução**

### **Evolução das cerâmicas**

A preocupação com a estética é cada vez maior e o sorriso pode ter um grande impacto na aceitação social. Dessa forma, um dos grandes desafios da medicina dentária prende-se em reproduzir as propriedades ópticas de dentes naturais utilizando materiais artificiais (Niu *et al.*, 2013; Turgut *et al.*, 2014).

Para restaurações dentárias existem os sistemas metalo-cerâmicos, já disponíveis desde a década de 1960 e que segundo os autores Heffernan *et al.* 2002 e Henry *et al.* 2010 conferem a resistência necessária. Contudo, a presença do metal pode interferir na transmissão de luz, dando à restauração um aspecto opaco, o que dificulta a imitação da estética natural, especialmente em situações com espaço limitado para a reconstrução (Volpato *et al.*, 2009). Outro problema, é ainda a possibilidade da estrutura metálica aparecer na margem e à transparência dos tecidos circundantes (Pjetursson *et al.*, 2007).

Devido aos problemas observados, os sistemas cerâmicos evoluíram permitindo a fabricação de coroas mais estéticas que as metalo-cerâmicas. Criaram-se cerâmicas sem metal, que além do potencial estético oferecem propriedades mecânicas confiáveis, excelente precisão devido às tecnologias de fabricação e *timing* de produção mais conveniente (Zarone *et al.*, 2016; Dede *et al.*, 2017) .

Dentro dos materiais restauradores cerâmicos os mais populares são o dissilicato de lítio e a zircônia, em que o dissilicato de lítio tem maior translucidez mas menor resistência mecânica que a zircônia (Yang *et al.*, 2016).

Sistemas com maior resistência, como a zircônia, têm tipicamente uma natureza menos natural devido à aparência opaca como resultado do conteúdo cristalino. Já os sistemas cerâmicos com materiais de núcleo altamente translúcidos, tais como o dissilicato de lítio, apresentam melhores resultados estéticos com maior transmissão de luz , no entanto, esta característica também torna o material mais suscetível à cor do substrato e dos cimentos de cimentação (Shimara *et al.*, 2006; Dede *et al.*, 2017).

## **Cerâmicas de dissilicato de lítio**

Nos últimos anos têm sido feitas melhorias nas propriedades mecânicas do dissilicato de lítio (Yang *et al.*, 2016). Assim, este ganhou popularidade tanto para restaurações anteriores como posteriores devido à elevada estética, resistência, comportamento de abrasão e durabilidade (Niu *et al.*, 2014).

O dissilicato de lítio, IPS e.max, foi introduzido em 2005 pela Ivoclar Vivadent (AG, Liechtenstein). É um material onde os cristais de dissilicato de lítio ( $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$ ) são incorporados numa matriz de vidro para minimizar a propagação de micro-fissuras, melhorando desta forma a estabilidade mecânica (Zarone *et al.*, 2016).

Para a obtenção de restaurações em dissilicato de lítio IPS e.max existem duas técnicas: prensagem a quente com cera perdida (IPS e.max Press) e através de CAD / CAM por procedimentos de frezagem (IPS e.max CAD) quer no consultório ou no laboratório dentário (Raigrodski, 2004; Mounajjed *et al.*, 2016).

A IPS e.max Press fornece muitas vantagens, tais como, resistência à flexão de aproximadamente 400 Mpa, tenacidade de  $3,3 \text{ MPam}^{1/2}$ , módulo de elasticidade de 96 Gpa, boa integração com a estrutura dentária, técnica de fabrico mais prática que a técnica de camadas convencional e excelentes características estéticas. Pode ainda modificar-se a cor da cerâmica injetada para se igualar ao dente natural com uma camada de cerâmica de revestimento (técnica de *cut-back* ou técnica de estratificação) ou apenas com coloração personalizada (Ban, 2008; Chaiyabutr *et al.*, 2011; Yang *et al.*, 2016).

As cerâmicas de dissilicato de lítio estão disponíveis em 5 níveis de translucidez: multi (lingotes policromáticos) alta (HT) e baixa translucidez (LT), opacidade média (MO) e alta (HO), seleccionados dependendo da cor do substrato (Pires *et al.*, 2017).

## **Fatores que influenciam a cor**

A estética dentária cada vez mais atribui grande importância à conservação da estrutura de dentes saudáveis (Kilinc *et al.*, 2011). Autores como Binting *et al.* (2013) afirmam que para se obter uma força de ligação durável com restaurações minimamente invasivas, se deve manter 0,7 a 0,8 mm de espessura da camada de esmalte.

Segundo o fabricante Ivoclar Vivadent (AG, Liechtenstein) as restaurações mais conservadoras (facetas) permitem espessuras de 0,6 a 0,7 mm e facetas finas permitem espessuras de 0,3 a 0,4 mm. Estas restaurações são finas e translúcidas e a sua cor é determinada pela combinação da cor do substrato, da espessura da cerâmica e da cor do cimento utilizado na cimentação (Stevenson *et al.*, 2010; Begum *et al.*, 2014; Hernandez *et al.*, 2016).

Existem ainda outros fatores, como a textura da superfície, a presença de porosidades, o lote, o fabricante, que podem também influenciar a cor da restauração (Pires *et al.*, 2017).

Com todos esses fatores, é um grande desafio prever a cor resultante de restaurações minimamente invasivas em dissilicato de lítio. Em substratos escuros há a necessidade de aplicar uma cerâmica mais opaca ou utilizar cimentos opacos, no entanto estes poderão comprometer a estética final. Para contrapor essa desvantagem, os fabricantes introduziram vários sistemas adesivos para as cerâmicas incluindo várias cores de compósitos de cimentação e correspondente pasta *try-in*. As pastas *try-in* podem ser utilizadas como indicadores da cor final (mimetizam as cores do cimento resinoso após fotopolimerizado) e como guia para escolher uma cor apropriada dos compósitos de cimentação (Binting *et al.*, 2014; Dede *et al.*, 2017).

## **Cor**

A cor é um fenómeno de percepção visual caracterizada pela interação física entre a luz e um determinado objeto. Pode ser caracterizada, segundo Munsell (1915), por três dimensões: matiz (tonalidade da cor, ou seja, o comprimento de onda da luz refletida

pelo objeto), valor (luminosidade da cor, sendo que quanto mais clara maior é o seu valor) e croma (intensidade ou saturação de um tom) (Joiner, 2004).

Tanto a cor como a aparência geral dos dentes são um fenómeno complexo. As condições de iluminação, translucência, opacidade, brilho e as variantes do observador influenciam a percepção geral da cor pelos observadores (Browning *et al.*, 2009).

A determinação correta da cor na prática da Medicina Dentária tornou-se numa capacidade essencial para a execução de um trabalho restaurador que satisfaça as expectativas do paciente (Jaju, 2010).

## **Métodos de determinação da cor**

### **1. Método visual**

A utilização de escalas de cor consiste geralmente na comparação sucessiva das amostras de cor com o dente a ser restaurado, em condições idênticas de iluminação até que a amostra de cor que mais se assemelhar cromaticamente ao dente seja encontrada (Gómez-Polo *et al.*, 2014).

Para além da percepção de cor variar entre indivíduos, as escalas de cor são frequentemente inadequadas e pouco representativas o que leva a uma certa limitação na reprodutibilidade da escolha de cor, mesmo para um mesmo operador (Lasserre *et al.*, 2011). Adicionalmente, foi comprovado que a maioria dos dentes não tem uma correspondência exata com uma amostra de cor específica (Browning *et al.*, 2009).

### **2. Métodos instrumentais**

Com o objectivo de ultrapassar as limitações dos métodos visuais, foram desenvolvidos métodos instrumentais (Pop-Ciutrla *et al.*, 2015). Estes permitem uma quantificação mais precisa, rápida e uniformizada da cor (Pimentel e Tossi, 2014).

Qualquer um desses métodos utiliza como referência fontes de luz padronizadas (iluminantes padrão) reconhecidas pela CIELab (1971) (*Commission Internationale de*



*l'Eclairage* - Sistema Internacional para a avaliação da cor, em que  $L^*$  – representa as alterações na luminosidade (valores entre 0 e 100),  $a^*$  - croma no eixo vermelho-verde, em que os verdes representam valores de coordenadas negativas e os vermelhos representam valores de coordenadas positivas e  $b^*$  - croma no eixo amarelo-azul, em que os azuis representam valores de coordenadas negativas e os amarelos representam valores de coordenadas positivas) (Segui *et al.*, 1989; Browning *et al.*, 2009). É o sistema mais utilizado para medição instrumental de cor (Stevenson *et al.*, 2010).

Num outro sistema, denominado CIELCh descrevem-se as cores com o mesmo espaço de cor do sistema CIELab, mas através de coordenadas cilíndricas. O  $L^*$  representa a luminosidade da amostra entre preto (0) e branco (100). O  $C^*$  é a medida da saturação de um croma e representa a distância do eixo neutro. Por último  $h^*$  é a medida da matiz e é representada por um ângulo entre  $0^\circ$  e  $360^\circ$  (VITA Easysshade Manual). A conversão dos valores de CIELab\* para CIELCh\* é meramente matemática, sendo traduzida pelas fórmulas:  $C^*=(a^2+b^2)^{1/2}$  e  $h^*=\tan^{-1}(b/a)$ . Os valores de  $L^*$  são iguais nos dois sistemas.

Dentro dos métodos instrumentais existem os colorímetros tricromáticos (*Shade Eye-Ex* e *Shade Eye NCC*) que são usados na quantificação da cor e podem, potencialmente, eliminar os aspectos subjectivos da avaliação da cor. As desvantagens de um colorímetro prendem-se com o facto de serem concebidos para fazer medições em superfícies planas, tendo resultados insatisfatórios em superfícies curvas (Yilmaz *et al.*, 2008) e é recomendável que o uso do colorímetro seja combinado com métodos visuais de medição da cor (Chen *et al.*, 2012).

Existem também espectrofotómetros, como por exemplo, *Shadepilot*, *SpectroShade*, *Crystaleye* e VITA EasyShade. Estes têm a capacidade de calcular as coordenadas de espaço da cor para qualquer iluminante padrão (o colorímetro calcula apenas para um) (Browning *et al.*, 2009; Sarafianou *et al.*, 2012). Além disso, contém, na sua base de dados, informações para várias escalas de cor, o que permite obter, para cada medição, a melhor combinação do guia de cores escolhido (Pop-Ciutrilă *et al.*, 2015). Contudo, a sua utilização na Medicina Dentária pode ser dificultada pela superfície convexa dos dentes, que complica o correcto posicionamento da sonda, o qual é crucial para obter resultados precisos (Gómez-Polo *et al.*, 2014).

O *software* do Easyshade V (VITA - Zahnfabrik, Germany) está programado para mostrar as cores em valores absolutos CIELab\* apenas para a medição dos dentes, enquanto que para a medição da cor das restaurações os valores são dados em CIELCh\* bem como o valor de  $\Delta E$  para os valores standard das escalas Vitapan Classical A1 – D4 ou Vitapan 3D-Master introduzidos de base no equipamento. O  $\Delta E$  é a distância entre dois pontos no espaço tridimensional de cor, quando expressas em  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  é derivada da fórmula:  $\Delta E (L^*a^*b^*) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ , onde  $\Delta L^* = (L_{amostra} - L_{controle})$ ,  $\Delta a^* = (a_{amostra} - a_{controle})$  e  $\Delta b^* = (b_{amostra} - b_{controle})$  (Vichi *et al.*, 2011; Targut e Bagis, 2011). Assim, utilizando uma cor padrão de referência é possível verificar a diferença entre a cor de um objeto e a cor padrão e referenciar essa distância ao limite de percepção do olho humano. O  $\Delta E$  não só traduz a diferença de cor entre a restauração e o dente natural mas também o potencial para a sua implicação clínica (Ghinea *et al.*, 2010). Quanto menor o valor de  $\Delta E$ , maior é a semelhança existente entre a amostra e a cor padrão. A capacidade do olho humano para perceber as diferenças de cor difere de indivíduo para indivíduo, em função da combinação que ocorre entre as características do olho e da habilidade do operador, sendo utilizados três intervalos de valores para distinguir as diferenças de cor. Os valores de  $\Delta E$  inferiores a 1,0 são considerados não detetáveis pelo olho humano; valores entre 1,0 e 3,3 são considerados visíveis por operadores qualificados e clinicamente aceitáveis; valores de  $\Delta E$  superiores a 3,3 são observados, também, por pessoas não qualificadas e, por isso não são clinicamente aceitáveis (Ruyter *et al.*, 1987; Vichi *et al.*, 2004).

## Objetivo

Este estudo pretendeu avaliar a influência dos substratos (dentina, esmalte, compósito A3, zircónia branca e metal Cr-Co) e do cimento (translúcido - neutral e opaco – light +) na cor da cerâmica de dissilicato de lítio (LT A3, IPS e.max – Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein).

Formularam-se as seguintes hipóteses experimentais:

1 – Analisar a influência do substrato na cor final da restauração

H0 – Substrato não tem influência

H1 – Substrato tem influência

2 – Analisar a influência do cimento na cor final da restauração

H0 – Cimento não tem influência

H1 – Cimento tem influência



## **Materiais e Métodos**

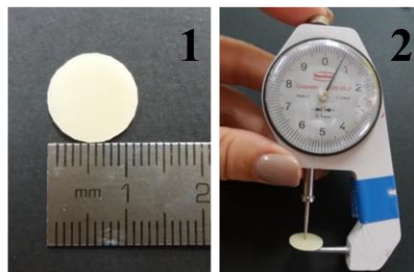
### **Confeção dos espécimes de cerâmica**

Foram confeccionados 20 espécimes de cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) com cerâmica de baixa translucidez (LT), na cor A3, com 0,6 mm de espessura e 12 mm de diâmetro, divididos em 2 grupos (n=10), 10 espécimes para as leituras de cor com a pasta *try-in* translúcida e 10 para as leituras com pasta *try-in* opaca.

### **Confeção dos espécimes de cera**

Os espécimes de cerâmica foram obtidos a partir de padrões de cera, desenhados e frezados no sistema CAD-CAM da marca Wieland Zenotec select hybrid (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein), utilizando um disco de cera ProArt Yellow (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein, lote: WAX – Y – TL6392) para Zenotec. Esta cera foi especialmente projetada para a técnica de injeção por pressão (habitualmente denominada de Press) sendo recomendada para o procedimento IPS e.max Press.

Os espécimes de cera foram frezados com 0,7 mm de espessura e 12 mm de diâmetro (Figuras 1 e 2).

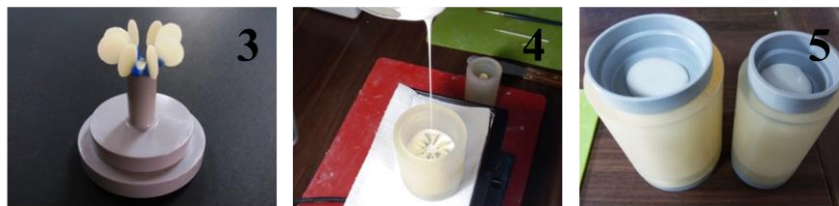


Figuras 1 e 2 – Dimensões dos espécimes de cera. 1 - 12mm de diâmetro. 2 - 0,7 mm de espessura.

### **Inclusão dos espécimes de cera**

Os espécimes de cera foram colocados e divididos em dois sistemas de anel de revestimento (IPS Silicone Ring - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) de 200 gr (8 espécimes em cada) e um de 100 gr (4 espécimes). Segundo as recomendações do fabricante descritos no manual de procedimentos do sistema e.max Press, utilizaram-se condutos de cera com 3mm de diâmetro e 3 a 8 mm de comprimento (Wachsdraht-rund – Dentaaurum, Alemanha) (Figura 3).

A inclusão dos espécimes foi realizada com revestimento aglutinado a fosfato IPS PressVEST Speed (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein). Para os anéis de 200 gr foram utilizados 200 gr de revestimento e 32 ml de líquido + 22 ml de água destilada, para o anel de 100 gr foram utilizadas metade das medidas referidas. Foi feita a mistura numa espatuladora a vácuo (Twister Renfert 110-120V GmbH, Alemanha) a 350 rpm durante 2,5 minutos. Logo de seguida, o revestimento foi vertido de forma lenta e cuidadosa no interior do IPS Silicone Ring (Ivoclar Vivadent - AG, Liechtenstein) e colocada a IPS Ring Gauge com um movimento giratório para evitar a incorporação de bolhas (Figuras 4 e 5).



Figuras 3, 4 e 5 – Inclusão dos espécimes. 3 – Colocação dos espécimes com condutos no sistema de anel. 4 – Inclusão dos espécimes com revestimento. 5 – Sistemas de anel com as IPS Ring Gauge.

### **Eliminação da cera**

Após o tempo de presa do revestimento (60 minutos), os cilindros foram removidos dos anéis e regularizaram-se as suas faces inferiores com uma faca de gesso. Os anéis foram colocados num forno de eliminação de cera (Renfert GmbH, Alemanha), pré-aquecido a 850°C, num plano inclinado e com a abertura voltada para baixo (Figura 6). O anel de 100 gr permaneceu 45 min a 850°C antes da injeção e os anéis de 200 gr 60 min.



Figura 6 – Colocação dos cilindros no forno de eliminação de cera.

### **Injeção das pastilhas IPS e.max Press**

Para a injeção, os anéis foram transferidos, um de cada vez, para o forno Programat EP 3000 (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) tendo sido previamente selecionado o programa de injeção para pastilhas LT e o tamanho do anel. Em apenas

30 segundos, para que não houvesse diminuição significativa da temperatura do anel, inseriu-se a pastilha no anel (para anéis de 200 gr: pastilhas grandes e para o anel de 100 gr: pastilha pequena – IPS e.max Press LT A3 – Lote V308355 - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) e de seguida colocou-se o êmbolo (revestido por separador IPS e.max Alox Plunger Separator - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) (Figura 7). O anel de revestimento foi inserido no suporte do centro do forno de injeção e deu-se início ao ciclo de injeção (Figura 8).



Figuras 7 e 8 – Injeção das pastilhas IPS e.max Press. 7 – Colocação do êmbolo; 8 – Anel no centro do forno de injeção.

### **Desinclusão dos espécimes de cerâmica**

Após a injeção e o arrefecimento dos cilindros até à temperatura ambiente (aproximadamente 60 min) desincluiram-se os espécimes de cerâmica.

Para fazer a remoção dos espécimes do interior dos anéis foi marcado o comprimento do êmbolo no cilindro de revestimento e com um disco aprofundou-se nessa marca para facilitar a separação entre a cerâmica e o êmbolo (Figura 9).

A remoção mais grosseira do revestimento foi feita com óxido de alumínio a 4 bar de pressão numa jateadora Renfert Basic Quattro Is (GmbH, Alemanha) e para a remoção final do revestimento (desinclusão fina) usou-se esferas de vidro a apenas 2 bar de pressão (Figura 10).



Figuras 9 e 10 – Desinclusão dos espécimes de cerâmica. 9 – Remoção do revestimento correspondente ao comprimento do êmbolo. 10 – Jacteamento com esferas de vidro.

## **Preparação dos espécimes de cerâmica**

Os espécimes de cerâmica foram separados dos condutos utilizando um disco diamantado e eliminado o resto do conduto com brocas diamantadas de grão fino para turbina com refrigeração a água para evitar o aquecimento dos espécimes e consequente risco de criar microfraturas (Figuras 11 e 12).

Para a redução da espessura usou-se uma polidora (DAP U – Struers, Germany) com lixas de água com grão progressivamente mais fino (120 a 600) sob refrigeração a água (Figura 13). A espessura dos espécimes de cerâmica foi controlada com um especímetro digital (Dexter) até se obter 0,6 mm para cada espécime (Figura 14).



Figuras 11 a 14 – Preparação dos espécimes de cerâmica. 11 – Corte dos condutos. 12 – Eliminação do resto do conduto. 13– Polimento dos espécimes de cerâmica. 14 - Controlo da espessura dos espécimes de cerâmica.

## **Confeção dos substratos**

Os substratos utilizados eram discos de 12 mm de diâmetro. O substrato de dentina foi obtido a partir do corte de uma lâmina de um dente pre-molar e o substrato de esmalte, obtido a partir do corte de uma lâmina de um canino armazenados de acordo com as condições da ISSO (ISO/TS 11405).

Foram ainda utilizados substratos, de liga Cr-Co jateada com óxido de alumínio de 110 µm a 4bar de pressão (Remanium 2000 - Dentaaurum, Germany); de zircónia branca (Nobel Biocare, Sweden) e de compósito A3 (Tetric EvoCeram - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) (Figura 15).



Figura 15 – Substratos. M – Liga Cr-Co. Z – Zircónia branca. C – Compósito A3. D – Dentina. E – Esmalte.



Substratos fornecidos pelo professor João Carlos Roque, utilizados na sua Dissertação de Doutorado com o título “Propriedades óticas de sistemas cerâmicos de alta resitência, estudo laboratorial” (2014).

### **Aplicação da pasta *try-in***

A cor dos espécimes sobre os substratos foi registada após a colocação de duas *try-in paste*: Variolink Esthetic Neutral (lote W05301) e Light + (lote V30138) (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) correspondentes aos cimentos adesivos Variolink II Transparent e White Opaque (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein), respetivamente. Este procedimento visou simular a cor final das restaurações após a sua cimentação.

A área de colocação do cimento foi padronizada. Recortaram-se círculos de uma folha de acetato com 0,1 mm de espessura, com o mesmo diâmetro dos substratos e dos espécimes de cerâmica com um orifício central de 0,5 mm de diâmetro (mesmo diâmetro da ponta de leitura do espectrofotómetro) de forma a servir de espaçador e padronizar a espessura determinada para a pasta *try-in*.

Para padronizar a espessura da pasta *try-in* a 0,1 mm foram feitos dois tipos de testes. Primeiro foi testado um peso de 200 gr como descrito no estudo de Binting *et al.* (2013) e depois foi testado o uso de pressão digital segundo Chaiyabutr *et al.* (2011). Utilizou-se uma amostra de cerâmica com 1,65 mm de espessura e em substituição do cimento usou-se um compósito fluido (Tetric EvoFlow - Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) (Figuras 16 e 17). Fez-se pressão digital até haver contacto entre o espécime de cerâmica e o círculo de acetato e após a polimerização mediu-se com especímetro digital (Dexter) a espessura do conjunto (Figuras 18 e 19). Com o segundo método foi possível alcançar a espessura exata (0,1 mm).



Figuras 16 a 19 – Teste de padronização da espessura do cimento. 16 – Amostra com 1,65 mm. 17 – Colocação do espaçador de acetato e do compósito fluido. 18 – Pressão digital. 19 – Espessura final de 1,75 mm.

Dessa forma, o procedimento ficou finalmente padronizado, colocando um círculo de acetato sobre cada substrato e aplicando a pasta *try-in* no interior do círculo. Os espécimes de cerâmica foram depois colocados sobre os substratos utilizando pressão digital (Figuras 20 e 21).



Figuras 20 e 21 – Aplicação da pasta *try-in*. 20 – Aplicação no centro do substrato e do espaçador de acetato. 21 – Espécime sobre substrato de metal após pressão digital.

### **Leitura da cor**

A leitura da cor foi realizada com um espectrofotômetro Easyshade V (VITA - Zahnfabrik, Germany) nº de série H50953 e versão V507d, equipado com fonte de luz padrão D65 (luz do dia) e calibrado com balanço de brancos (Figura 22).



Figura 22 – Aparelho Vita EasyShade V.

Foi utilizada a cor A3 como padrão de referência (cor das pastilhas IPS e.max, Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) para verificar a diferença entre a cor final dos espécimes sobre os substratos com cimento opaco ou translúcido e a mesma.

Os espécimes foram numerados de 1 a 20 e divididos em 2 grupos. Espécimes de 1 a 10 foram utilizados para as leituras com pasta *try-in* translúcida reutilizados entre substratos e os espécimes de 11 a 20 para leituras com pasta *try-in* opaca também reutilizados entre substratos, pelo que constituem observações emparelhadas entre substratos (Figura 23).



Figura 23 – Esquema de leitura dos espécimes de cerâmica. M – Metal. Z – Zircônia. C – Compósito. D – Dentina. E – Esmalte.

Para cada espécime sobre cada substrato foram realizadas cinco leituras (num total de 500 leituras) e os valores foram registados de forma sequencial de acordo com a numeração dos espécimes. A ponta do equipamento foi colocada no centro e o mais perpendicular possível à amostra (Figura 24), sendo este instrumento calibrado antes da leitura de cada espécime, ou seja, após cada cinco leituras.

Os resultados foram obtidos com base nas coordenadas de cor CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)  $\Delta E^*$ ,  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ .



Figura 24 – Leitura da cor.

### **Análise estatística**

A análise estatística descritiva dos resultados, incluiu valores de média, desvio padrão, mediana, máximo e mínimo para a diferença de cor ( $\Delta E^*$ ) obtida a partir de dados CIELCh\* na amostra total, bem como por substrato ou por cimento.

Foi testada a normalidade com o teste Shapiro-Wilk e a homocedasticidade com o teste de Levene. As diferenças de  $\Delta E$  entre tipos de cimento para cada substrato foram analisadas usando o teste T-student para variâncias iguais/desiguais ou o teste Mann-Whitney nos casos de rejeição à distribuição normal. As diferenças de  $\Delta E$  entre tipos de

substrato, para cada grupo de cimento, foram analisadas recorrendo ao teste de Friedman, bem como subsequente analisadas *post-hoc* com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni.

A análise estatística foi realizada com recurso ao *software* SPSS 23 (IBM, Armonk, NY, USA) e com nível de significância estabelecido a 0,05.

## Resultados

Tabela 1 – Estatísticas descritivas referentes às variáveis contínuas.

Variável	$\bar{x}$	Mediana	d.p.	Mínimo	Máximo
$\Delta E$	8,15	6,90	3,78	2,66	16,56
L	-0,65	-0,95	4,82	-9,50	8,60
C	-6,48	-6,20	3,27	-13,20	-0,80
H <sup>1</sup>	5,41	3,65	5,31	-2,10	19,90

Atendendo à Tabela 1, é possível observar que o valor médio de  $\Delta E$  na amostra estudada corresponde a 8.15 ( $\pm 3,78$ ), variando entre 2,66 e 16,56. A variável L apresenta um valor médio de -0,65 ( $\pm 4,82$ ), com um mínimo de -9,50 e um máximo de 8,60. Os valores da variável C apresentam uma média amostral de -6,48 ( $\pm 3,27$ ) que variam entre -13,20 e -0,80. Por último, a variável H apresenta um valor médio de 5,41 ( $\pm 5,31$ ), com um mínimo de -2,10 e máximo de 19,90.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas referentes à variável dependente,  $\Delta E$ , por tipo de pasta *try-in*.

Variável		$\Delta E$				
		$\bar{x}$	Mediana	d.p.	Mínimo	Máximo
Pasta <i>try-in</i>	Opaca	8,18	7,72	3,13	2,96	14,40
	Translúcida	8,11	6,28	4,37	2,66	16,56

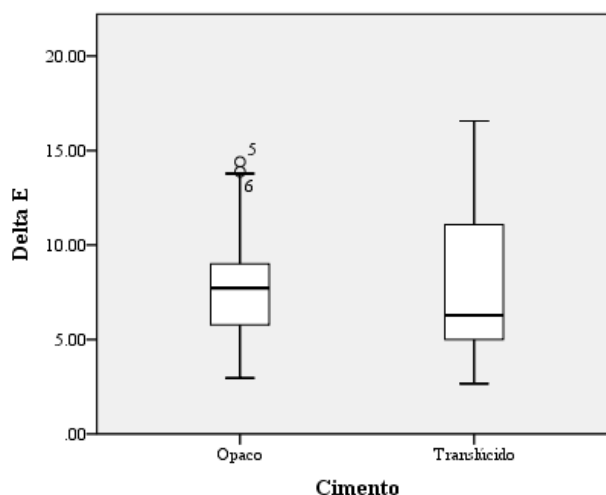


Figura 25 – Distribuição de  $\Delta E$  por tipo de pasta *try-in*.

De acordo com a Tabela 2, os valores médios de  $\Delta E$  foram semelhantes entre os dois tipos de pasta *try-in* utilizadas ( $8,18 \pm 3,13$  para a opaca vs.  $8,11 \pm 4,37$  para a translúcida). Na Figura 25, observa-se a maior variabilidade de  $\Delta E$  após utilização da pasta *try-in* translúcida, independentemente do substrato.

Tabela 3 – Média e desvio padrão amostrais de  $\Delta E$  por tipo de substrato.

		$\Delta E$				
Variável		$\bar{x}$	Mediana	d.p.	Mínimo	Máximo
Substrato	Metal	14,43	14,25	1,02	12,64	16,56
	Zircônia	8,85	9,41	2,01	5,78	11,70
	Compósito	7,12	6,66	1,19	5,58	9,14
	Dentina	5,40	4,28	2,30	2,66	8,50
	Esmalte	4,92	5,10	0,70	2,96	5,74

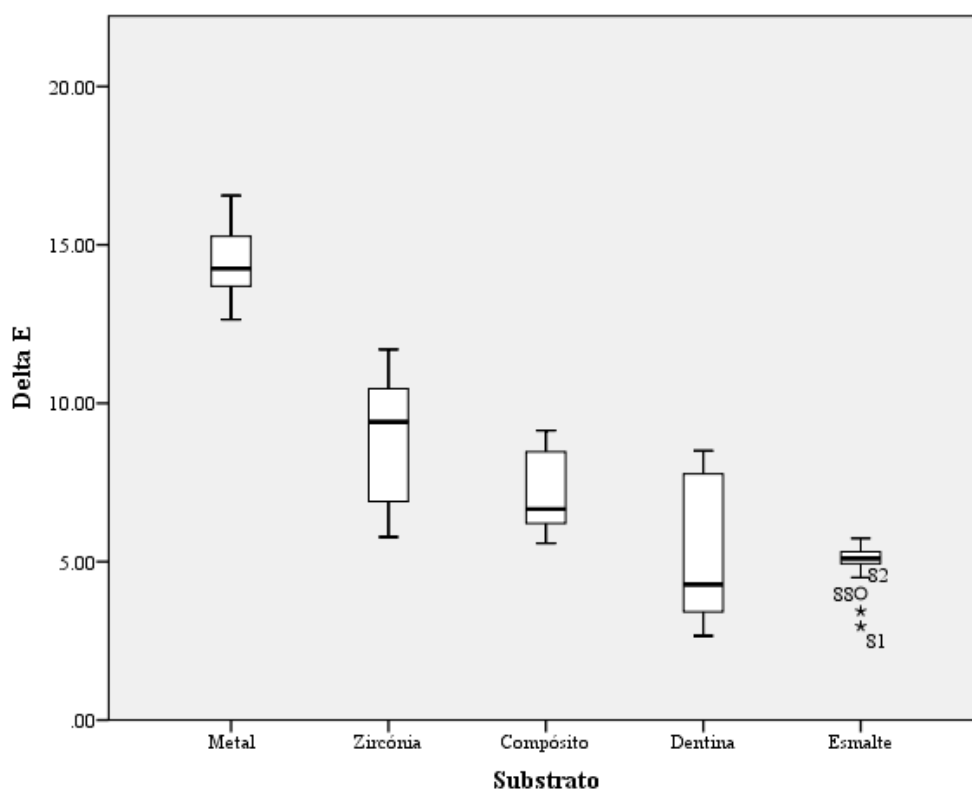


Figura 26 – Distribuição de  $\Delta E$  por tipo de substrato.

Atendendo à Tabela 3, os espécimes testados com diferentes substratos apresentaram valores médios de  $\Delta E$  decrescentes pela seguinte ordem: Metal ( $14,43 \pm 1,02$ ), Zircónia ( $8,85 \pm 2,01$ ), Compósito ( $7,12 \pm 1,19$ ), Dentina ( $5,40 \pm 2,30$ ), Esmalte ( $4,92 \pm 0,70$ ). Observando também a Figura 26, é possível notar que, apesar de os espécimes testados sobre dentina apresentarem o valor mais baixo de mediana para  $\Delta E$  – e também o menor valor médio como já referido – a variabilidade de  $\Delta E$  é nitidamente maior quando comparada com os espécimes testados sobre esmalte.

Tabela 4 – Comparações de  $\Delta E$  entre pasta *try-in* opaca e translúcida, para cada tipo de substrato.

Variáveis		$\Delta E$		
Substrato	Pasta <i>try-in</i>	$\bar{x}$	d.p.	Valor p
Metal	Opaca	13,63	0,44	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>
	Translúcida	15,23	0,75	
Zircónia	Opaca	7,10	1,16	<b>&lt;0,001<sup>a</sup></b>
	Translúcida	10,61	0,60	
Compósito	Opaca	7,95	1,15	<b>0,002<sup>b</sup></b>
	Translúcida	6,29	0,34	
Dentina	Opaca	7,47	1,19	<b>&lt;0,001<sup>b</sup></b>
	Translúcida	3,33	0,50	
Esmalte	Opaca	4,74	0,94	0,252 <sup>a</sup>
	Translúcida	5,11	0,27	

Valores a negrito indicam significância estatística

<sup>a</sup> Student T-Test

<sup>b</sup> Mann-Whitney U test

Observando a Tabela 4, foi possível detetar diferenças no valor médio de  $\Delta E$  entre os espécimes aplicados com pasta *try-in* opaca e os aplicados com *try-in* translúcida, observando cada grupo de substrato separadamente. Nos grupos de Metal e Zircónia, os espécimes aplicados com *try-in* translúcida obtiveram um valor médio de

$\Delta E$  mais elevado face aos aplicados com a opaca ( $15,23 \pm 0,75$  vs  $13,63 \pm 0,44$  para o Metal;  $10,61 \pm 0,60$  vs.  $7,10 \pm 1,16$  para a Zircónia) e estas diferenças foram estatisticamente significativas ( $p < 0,001$ ). Já nos grupos de Compósito e Dentina, verificou-se o oposto, sendo que os espécimes aplicados com *try-in* opaca revelaram um valor médio de  $\Delta E$  mais elevado ( $7,95 \pm 1,15$  vs.  $6,29 \pm 0,34$  para o Compósito;  $7,47 \pm 1,19$  vs.  $3,33 \pm 0,50$  para a Dentina), diferenças essas que se verificaram estatisticamente significativas ( $p=0,002$  e  $p < 0,001$ , respectivamente). Nos espécimes do grupo sobre Esmalte, apesar dos que foram aplicados com *try-in* translúcida apresentarem um valor médio de  $\Delta E$  superior ( $5,11 \pm 0,27$  vs.  $4,74 \pm 0,94$ ), esta diferença não foi estatisticamente significativa ( $p=0,252$ ).

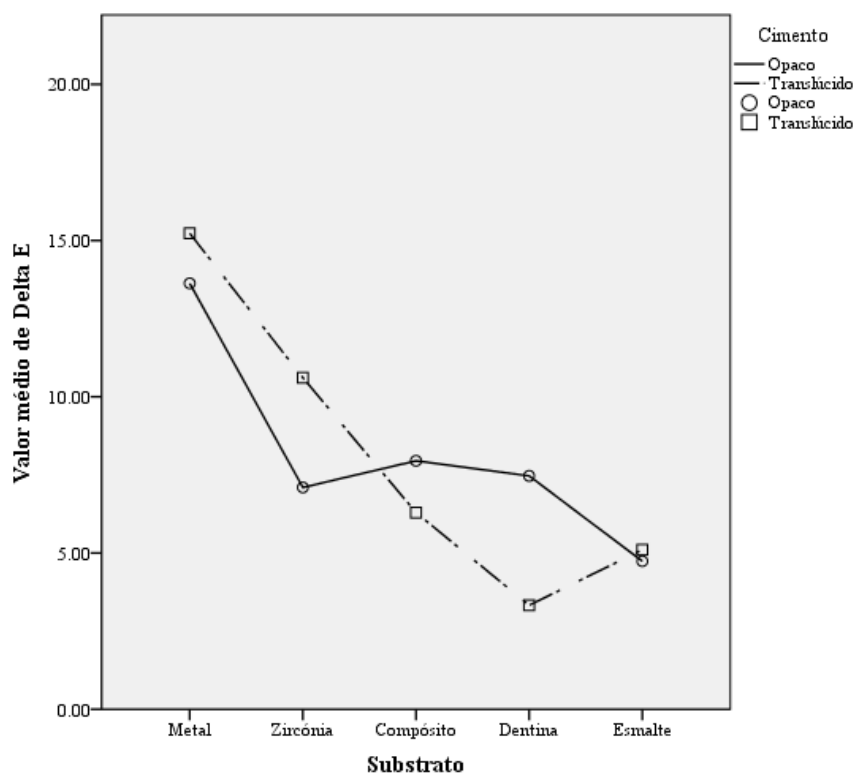


Figura 27 – Representação gráfica do valor médio de  $\Delta E$  por substrato e por pasta *try-in*.



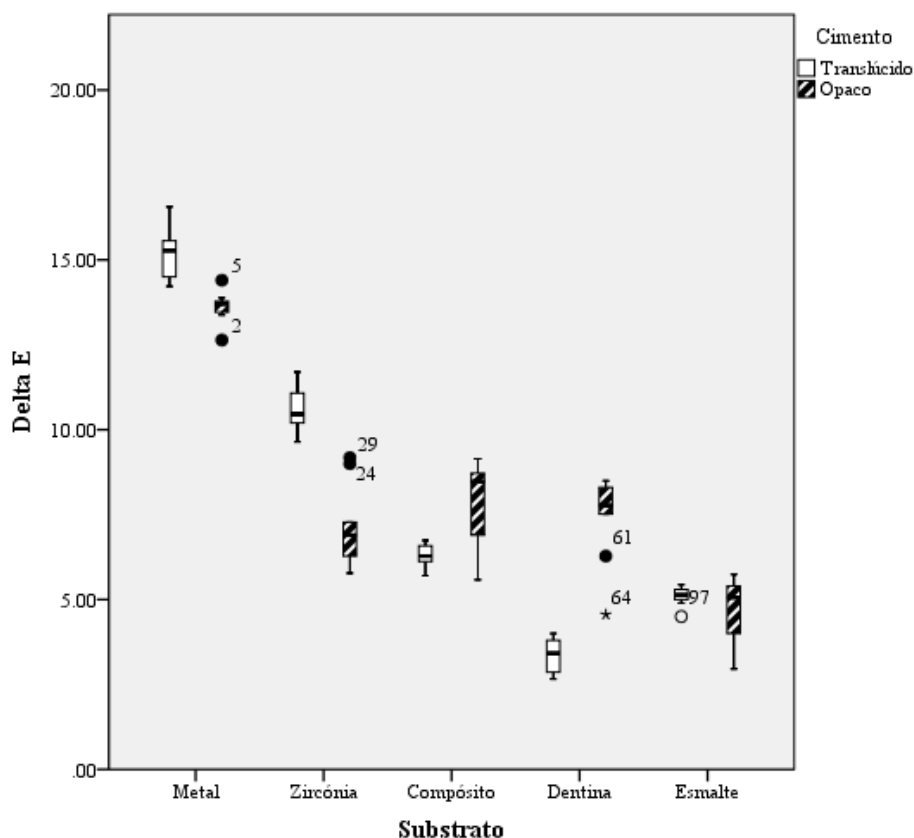


Figura 28 – Distribuição de ΔE por substrato e pasta *try-in*.

Note-se que, atendendo à Figura 27, é possível verificar de forma clara a inversão da tendência do valor médio de  $\Delta E$  para os diferentes tipos de *try-in*, tendo em conta os grupos de substrato Metal e Zircônia em relação aos de Compósito e Dentina. Esta representação gráfica é sugestiva da presença de interação entre os fatores substrato e pasta *try-in*, no entanto relembra-se que as observações entre grupos de substrato não são independentes. Adicionalmente, na Figura 28 é possível observar mais detalhadamente a distribuição de  $\Delta E$  por substrato e por pasta *try-in*.

Tabela 5 – Comparações de  $\Delta E$  entre substratos, para cada tipo de pasta *try-in*.

		$\Delta E$		Valor p		Valor p <i>post-hoc</i>			
		$\bar{x}$	d.p.		Metal	Zircónia	Compósito	Dentina	Esmalte
Opaca	Metal	13,63	0,44		-	0,005	0,005	0,005	0,005
	Zircónia	7,10	1,16		0,005	-	0,093	0,308	0,005
	Compósito	7,95	1,15	<0,001 <sup>a</sup>	0,005	0,093	-	0,285	0,005
	Dentina	7,47	1,19		0,005	0,308	0,285	-	0,007
	Esmalte	4,74	0,94		0,005	0,005	0,005	0,007	-
Translúcida	Metal	15,23	0,75		-	0,005	0,005	0,005	0,005
	Zircónia	10,61	0,60		0,005	-	0,005	0,005	0,005
	Compósito	6,29	0,34	<0,001 <sup>a</sup>	0,005	0,005	-	0,005	0,005
	Dentina	3,33	0,50		0,005	0,005	0,005	-	0,005
	Esmalte	5,11	0,27		0,005	0,005	0,005	0,005	-

Valores a negrito indicam significância estatística

<sup>a</sup> Teste de Friedman

<sup>b</sup> Teste de Wilcoxon, com aplicação da correção de Bonferroni ( $\alpha$  ajustado para 0.005).

Atendendo às diferenças de  $\Delta E$  entre substratos, examinadas distintamente em cada grupo de pasta *try-in*, a Tabela 5 demonstra diferenças estatisticamente significativas quer no grupo de espécimes aplicados com pasta opaca quer no grupo aplicado com translúcida ( $p < 0,001$ ) – ver Figura 28 para representação gráfica. No grupo em que se utilizou a pasta *try-in* opaca, o valor de  $\Delta E$  obtido com substrato Metal foi significativamente diferente do que foi obtido com os restantes substratos ( $p = 0,005$ ); o valor de  $\Delta E$  obtido com substrato Esmalte foi também significativamente diferente do que se obteve com os substratos Compósito e Zircónia ( $p = 0,005$ ).

Já no grupo em que se utilizou a pasta *try-in* translúcida, o valor de  $\Delta E$  obtido revelou diferenças estatisticamente significativas em todas as comparações múltiplas dos valores registados para cada substrato ( $p=0,005$ ).



## Discussão

Este estudo laboratorial pretendeu simular situações clínicas em que facetas de cerâmica se encontram aderidas com cimento de resina em diferentes substratos dentários. Procurou-se então avaliar a influência do cimento e do substrato na cor final de facetas fabricadas com dissilicato de lítio através dos valores de  $\Delta E$ .

Os resultados mostraram que os valores de  $\Delta E$  foram influenciados pelas diferentes pastas de *try-in* bem como pelos vários substratos, devendo por isso ser rejeitadas as duas hipóteses nulas levantadas.

Segundo vários estudos, Stevenson *et al.* (2010), Begum *et al.* (2014), Hernandez *et al.* (2016) e Pires *et al.* (2017) é sabido que a cor final das restaurações é influenciada pela espessura, translucidez ou opacidade da cerâmica, pelo tipo de cimento e tipo de substrato. As diferenças verificadas entre os resultados dos vários estudos podem ser atribuídas a variações nos testes realizados e/ou aos materiais utilizados. Na tentativa de minimizar o efeito destes fatores, neste estudo foi usada apenas uma cerâmica de dissilicato de lítio de baixa translucidez, na cor A3, com uma espessura de 0,6 mm, sobre cinco substratos (metal, zircónia, compósito, dentina e esmalte) e apenas dois tipos de pastas *try-in* (translúcida e opaca). As dimensões dos espécimes de cerâmica e dos substratos, bem como a espessura da pasta *try-in* foram padronizadas para minimizar as variações de resultados.

As facetas de cerâmica têm-se tornado populares devido aos resultados estéticos. A sua estética superior, deve-se à utilização de materiais de cerâmica que apresentam reflexão e transmissão difusa de luz em espessuras finas que mimetizam a cor e translucidez dos dentes naturais, aproveitando a cor do substrato dentário. No entanto, nem todas as situações clínicas são fáceis de ser solucionadas com facetas translúcidas. Em dentes que apresentam substratos escuros são indicadas cerâmicas mais opacas, como foi referido por Chaiyabutr *et al.* (2011) ou então é necessário aumentar a espessura da cerâmica como foi sugerido por Douglas *et al.* (1999), Vichi *et al.* (2000) e Dozic *et al.* (2003), sendo necessária uma espessura mínima de 2 mm para atenuar o efeito de um substrato escuro, espessura essa que pode comprometer a integridade dentária e saúde pulpar. Ou ainda utilizar cimentos opacos com capacidade de anular o efeito do substrato (Dede *et al.*, 2017).

A opção de utilizar a espessura de 0,6 mm, é fundamentada pelo facto de ser a espessura mínima recomendada pelo fabricante (Ivoclar Vivadent AG, Liechtenstein) para facetas. Há a necessidade de testar esta espessura pois quanto menor é a espessura da cerâmica maior a influência do substrato e do cimento (Stevenson *et al.*, 2010; Begum *et al.*, 2014; Hernandez *et al.*, 2016). A cimentação deste tipo de restaurações deve ser feito preferencialmente em esmalte o que inviabiliza espessuras muito superiores a este valor (Binting *et al.*, 2013).

Para a leitura de cor os estudos mostram que os dispositivos digitais podem aumentar a precisão das medidas em 94% em relação às técnicas visuais (Chang *et al.*, 2009; Stevenson e Ibbetson, 2010; Turgut e Bagis, 2013). Foi então usado um espectrofotómetro Easyshade V (VITA - Zahnfabrik, Germany) neste estudo.

Nos diferentes estudos analisados, a técnica de medição de cor foi feita com espectrofotómetros de outras marcas e o  $\Delta E$  foi calculado de forma diferente usando como controlo maioritariamente uma leitura de cor inicial. Por exemplo, no estudo de Pires *et al.* (2017), foi usado um espectrofotómetro Minolta CM2600d e foram feitas comparações do grupo somente de cerâmica (controlo) versus os grupos cerâmica-substrato com e sem cimento. Noutro estudo semelhante, Aiqahani *et al.* (2012) foi usado um espectrofotómetro Color Eye mas foi usada a cerâmica sobre o substrato como grupo controlo. Nos estudos de Nakaruma *et al.* (2002) e Shimada *et al.* (2005), a variação na técnica de medição foi maior, estes usaram colorímetros e obtiveram os  $\Delta E$  por comparação entre leituras de fundos. Independentemente do equipamento utilizado o  $\Delta E$  foi sempre utilizado para avaliar a diferença de cor, e os equipamentos não têm uma influência decisiva (Johnston, 2009).

Outro fator ainda a referir é a luz utilizada durante a seleção de cor. Volpato *et al.* (2008) sugeriram que durante a seleção de cor, o profissional deve sempre considerar a luz do dia, lâmpadas incandescentes e fluorescentes e escolher a cor que apresente menor variação visual nas 3 fontes luminosas com o intuito de minimizar o efeito de metamerismo. Neste estudo, o espectrofotómetro utilizado está equipado com fonte de luz D65 e um ângulo de observação de 2°.

A medição de cor de materiais translúcidos feita com espectrofotómetros pequenos pode estar sujeita a desvios causados pelo efeito de perda de borda (Chu *et al.*,

2010). O diâmetro dos espécimes nos estudos analisados variou entre 10 e 15 mm. Autores como Nakamura *et al.* (2002), Turgut e Bagis (2011), Aiqahani *et al.* (2012), Binting *et al.* (2013), Begum *et al.* (2014), e Pires *et al.* (2017) usaram espécimes com 10 mm de diâmetro; Dede *et al.* (2017) usaram diâmetros de 11 mm e Hernandez *et al.* (2016) usaram 15 mm de diâmetro. Para minimizar o impacto da perda, neste estudo os espécimes de cerâmica foram confeccionados com 12 mm de diâmetro e foram lixados para se tornarem planos e polidos, de acordo com os estudos de Shimada *et al.* (2005), Volpato *et al.* (2008) e Eva *et al.* (2014).

A presença de ar não é desejável uma vez que este apresenta um índice de refração de luz diferente do material cerâmico. Por isso a existência de ar entre a amostra e o substrato poderia influenciar o resultado de  $\Delta E$  e seria diferente das condições verificadas nas restaurações cimentadas na cavidade oral. Assim a metodologia proposta elimina este risco. Também no estudo de Shimada *et al.* (2005) foi utilizada uma pasta *try-in* (Liquid Strip, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) com o objetivo de minimizar a influência da refração da luz, eliminando o ar entre a cerâmica e o substrato.

Idealmente poderiam ter sido utilizados espécimes de cerâmica diferentes entre os substratos, constituindo observações independentes entre os grupos. Tal poderia possibilitar, por exemplo, uma análise de variância a dois fatores, permitindo testar se de facto existe interação entre o tipo de substrato e o tipo de cimento utilizados recorrendo a técnicas estatísticas mais robustas. No entanto, devido às limitações humanas e financeiras do estudo, tal não foi possível.

Relativamente à influência do substrato, os maiores valores de  $\Delta E$  foram obtidos quando o substrato foi o metal, tanto com pasta *try-in* translúcida como opaca ( $15,23 \pm 0,75$  e  $13,63 \pm 0,44$ , respetivamente). Os resultados indicam que o uso de cerâmicas translúcidas (LT) com 0,6 mm não traduz uma estética clinicamente aceitável por ultrapassar o limite de aceitabilidade clínica,  $\Delta E > 3,3$  (Ruyter *et al.*, 1987; Vichi *et al.*, 2004). Este resultado está em linha com os estudos de Chayabutr *et al.* (2011) e Pires *et al.* (2017) em que se verificou que o substrato influencia a cor final mesmo aumentando a espessura da cerâmica, sendo aconselhável o uso de cerâmicas mais opacas.

Nas comparações múltiplas feitas entre todos os substratos o valor de  $\Delta E$  obtido revelou diferenças estatísticas, sendo apenas significativas na utilização da pasta *try-in* translúcida. Apesar de não ter sido feita a leitura de cor sem pastas *try-in* estas teriam um resultado semelhante dos resultados obtidos com a pasta *try-in* translúcida.

Os resultados para o compósito, dentina e esmalte mostraram valores de  $\Delta E$  mais baixos, no entanto, o  $\Delta E$  continuou superior a 3,3 fora do limite de aceitabilidade clínica (Ruyter *et al.*, 1987; Vichi *et al.*, 2004).

Foi feita a leitura de cor dos substratos e o  $\Delta E$  mais próximo da cor A3 foi o substrato em dentina, seguido do esmalte e por fim do compósito, o que coincide com os resultados, ou seja, quanto mais próxima for a cor do substrato da cor desejada menor o  $\Delta E$ . Estes resultados foram coincidentes com o do estudo de Azer *et al.* (2011) em que usaram uma espessura semelhante de 0,5 mm e a cor final foi afetada significativamente pelos substratos nas cores A3 e C4, tendo o  $\Delta E$  sido mais elevado para o fundo C4.

Para avaliar a influência do cimento na cor da restauração foi realizada a comparação entre as pastas *try-in* translúcida e opaca individualmente em cada substrato. Verificaram-se diferenças em todos os grupos, não sendo estatisticamente significativas apenas para o substrato esmalte.

É de notar que no metal e na zircónia os valores de  $\Delta E$  foram mais baixos usando a pasta *try-in* opaca, ao invés dos substratos de compósito, dentina e esmalte em que se obtiveram melhores resultados com a pasta *try-in* translúcida. Estes resultados estão de acordo com o estudo de Dede *et al.* (2017), que concluíram que o cimento opaco melhora a cor quando o fundo é mais escuro que a cor desejada.

No compósito e dentina os valores de  $\Delta E$  foram mais baixos usando a pasta *try-in* translúcida, visto que a cor dos substratos estava mais próxima da cor A3. Podendo concluir que para substratos como o metal e zircónia se deve usar um cimento opaco, pois este ajuda a mascarar o substrato (Binting *et al.*, 2013; Begum *et al.*, 2014) enquanto que para substratos semelhantes à cor desejada se devem usar cimentos translúcidos ou com a cor desejada (Aiqahani *et al.*, 2012).



O valor de  $\Delta E$  mais baixo (3,33) obtido pelo substrato de dentina e pasta *try-in* translúcida foi o único com aceitabilidade clínica justificado pela semelhança da cor do substrato à cor desejada (A3).

O estudo de Vichi *et al.* (2000) concluiu que a espessura do cimento também influencia a cor final, mas esta é uma variável que é apenas ligeiramente controlada pelo operador, não podendo ser considerado um parâmetro a corrigir. Neste estudo, a espessura foi padronizada a 0,1 mm, pois é a espessura recomendada por Magne *et al.* (1999) que analisaram a distribuição de stress entre a interface cimento e cerâmica.

Os resultados do estudo mostram o quão difícil se torna obter uma cor clinicamente aceitável. Vichi *et al.* (2000) determinaram que quando a espessura da cerâmica é igual ou menor a 1,5 mm se deve ter uma seleção criteriosa do substrato, do cimento e da cerâmica podendo evitar resultados estéticos desagradáveis. A utilização de pastas *try-in* pode ajudar a prever possíveis influências na cor final das restaurações, tal como é sugerido pelos mesmos autores e Turgut e Bagis (2013), devido à variabilidade dos resultados.

Este estudo laboratorial simulou a realidade clínica e pode ser uma pista sobre como as restaurações devem ser realizadas clinicamente, no entanto, tem como limitação o facto de só ter sido usado um tipo de cerâmica, uma espessura e duas pastas *try-in*. Com mais recursos seria possível a realização de estudos mais extensos relativamente à variação de espessura, translucidez e opacidade do material cerâmico, bem como para as opções de material de cimentação.

Todas essas informações seriam úteis para estabelecer uma diretriz na prática clínica podendo ajudar a determinar a necessidade ou não da redução de tecido associada à seleção de produtos aumentando a capacidade de diferentes sistemas cerâmicos e cimentos em mascarar substratos e otimizar a seleção de cor.



## **Conclusões**

Dentro das limitações deste estudo, concluiu-se que as variáveis pesquisadas – substrato e cimento – tiveram influência significativa na cor final das restaurações de dissilicato de lítio. Portanto, a hipótese nula deve ser rejeitada.

Visto que a cor final das restaurações é influenciada pela espessura, translucidez ou opacidade da cerâmica, pelo tipo de cimento e tipo de substrato, são necessários mais estudos que incluam estas variáveis.



## Referências bibliográficas

- Alqahtani M, Aljuraiss R, Alshaafi M. The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dental Materials Journal*, 2012, 31:(3), 354–361.
- Azer S, Rosenstiel S, Seghi R, Johnston W. Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2011, 106:(3), 179-183.
- Ban S. Reliability and properties of core materials for all-ceramic dental restorations. *Japanese Dental Science Review*, 2008, 44, 3-21.
- Balderamos LP, O’Keefe KL, Powers JM. Color accuracy of resin cements and try-in pastes. *Internacional Journal of Prosthodontic*, 1997, 10, 111–115.
- Begum Z, Chheda P, Shruthi CS, Sonika R. Effect of Ceramic Thickness and Luting Agent Shade on the Color Masking Ability of Laminate Veneers. *Journal Indian Prosthodontic Society*, 2014, 14:(1), 46-50.
- Binting X, Chen X, Li R, Wang Y, Li Q. Agreement of Try-In Pastes and the Corresponding Luting Composites on the Final Color of Ceramic Veneers. *Journal of Prosthodontics*, 2014, 23, 308–312.
- Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A Comparison of Human Raters and an Intra-oral Spectrophotometer. *Operative Dentistry*, 2009, 34:(3), 337-343.
- Chaiyabutr Y, Kois CJ, LeBeau D, Nunokawa G. Effect of abutment tooth color, cement color, and ceramic thickness on the resulting optical color of a CAD/ CAM glass-ceramic lithium disilicate reinforced crown. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2011, 105:(2), 83-90.
- Chang J, Silva J, Sakai M, Kristiansen J, Nagai S. The optical effect of composite luting cement on all ceramic crowns. *Journal of Dentistry*, 2009, 37, 937-943.
- Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, *et al.* A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International*, 2012, 8:(43), 649-659.

Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 2010, 38, 2-16.

Conrad HJ, Seong W, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2007, 98:(5), 389-404.

Cubas G, Camacho G, Demarco F, Pereira-Cenci T. The Effect of Luting Agents and Ceramic Thickness on the Color Variation of Different Ceramics against a Chromatic Background. *European Journal of Dentistry*, 2011, 5, 245-252.

Dede DO, Ceylan G, Yilmaz B. Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017, 117:(4), 539-544.

Dede DO, Armaganci A, Ceylan G, Celik E, Cankaya S, Yilmaz B. Influence of implant abutment material on the color of different ceramic crown systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2016, 116, 764-769.

Dede DO, Sahin O, Özdemir OS, Yilmaz B, Celik E, Köroğlu A. Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium disilicate ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017, 117:(1), 138-143.

Denry I, Holloway J. Ceramics for Dental Applications: A Review. *Materials Journal*, 2010, 3, 351-368.

Douglas RD, Przybylska M. Predicting Porcelain Thickness required for dental shade matches. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1999, 82:(2), 143-149.

Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, Feilzer AJ. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2003, 90:(6), 563-570.

Ghinea R, Perez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD, Colour difference thresholds in dental ceramics. *Journal of Dentistry*, 2010; 38:(2), 57-64.

Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Parga JA. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *Journal of Dentistry*, 2014, 42, 742 – 745.

Heffernan MJ, Aquilino S, Diaz-Arnold A, Haselton DR, Stanford CM, Vargas M. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: Core materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2002, 88:(1), 4-9.

Hernandes D, Arrais C, Lima E, César P, Rodrigues J. Influence of resin cement shade on the colour and translucency of ceramic veneers. *Journal of Applied Oral Science*, 2016, 24, 391-396.

Johnston WM. Color measurement in dentistry. Review. *Journal of Dentistry*, 2009, 37, 2-6.

Joiner A. Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 2004, 32, 3-12.

Kilinc E, Antonson SA, Hardigan PC, Kesercioglu A. Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *Journal of Dentistry*, 2011, 39:(1), 30-36.

Lasserre JF, Pop-Ciutrla IS, Colosi HA. A comparison between a new visual method of color matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *Journal of Dentistry*, 2011, 39, 29-36.

Nakamura T, Saito O, Fuyikawa J, Ishigaki S. Influence of abutment substrate and ceramic thickness on the colour of heat-pressed ceramic crowns. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2002, 29, 805–809.

Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of foundation restoration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2013, 111:(1), 501-509.

Niu E, Agustin M, Douglas RD. Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2014, 111:(1), 42-50.

Magne P, Versluis A, Douglas W. Effect of luting composites shrinkage and thermal loads on the stress distribution in porcelain laminate veneers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1999, 81, 335-344.

Mounajjed R, Layton D, Azar B. The marginal fit of E.max Press and E.max CAD lithium disilicate restorations: A critical review. *Dental Materials Journal*, 2016, 35:(6), 835-844.

Pimentel W, Tiozzi R. Comparison between visual and instrumental methods for natural tooth shade matching. *General Dentistry*, 2014, 62:(6), 47-49.

Pires LA, Novais P, Araújo V, Pegoraro L. Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017, 117:(1), 144-149.

Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hammerle C. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. *Clinical Oral Implants Research*, 2007, 18:(3), 73–85.

Pop-Ciutrla I, Colosi AH, Dudea D. Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars. A cross-sectional clinical study. *Journal Clujul Medical*, 2015, 88:(4), 537–544.

Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2004, 92, 557-562.

Roque JC. Propriedades óticas de sistemas cerâmicos de alta resitência, estudo laboratorial. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, 2014, Douturamento em Ciências e Tecnologias da Saúde, Especialidade de Prótese Dentária.

Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color Stability of Dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Journal Dental Materials*, 1987, 3:(5), 246-251.



Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H. Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2012, 107:(3), 178-185.

Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *Journal of Dentistry Research*, 1989, 68:(12), 1755-1759.

Shimada K, Nakazawa M, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of Abutment Materials on the Resultant Color of Heat-pressed Lithium Disilicate Ceramics. *Dental Materials Journal*, 2006, 25:(1), 20–25.

Stevenson B, Ibbetson R. The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: A literature review. *Journal of Dentistry*, 2010, 38, 361-368.

Turgut S, Bagis B. Color stability of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 2011, 39, 57-64.

Turgut S, Bagis B. Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2013, 109:(3), 179-186.

Turgut S, Bagis B, Turkaslan SS, Bagis YH. Effect of Ultraviolet Aging on Translucency of Resin-Cemented Ceramic Veneers: An In Vitro Study. *Journal of Prosthodontics*, 2014, 23, 39–44.

Vichi A, Louca C, Corciolani G, Ferrari M. Color related to ceramic and zirconia restorations: A review. *Dental Materials Journal*, 2011, 27, 97-108.

Vichi A, Ferrari M, Davidson C. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Journal Dental Materials*, 2004, 20:(6), 530-534.

Vichi A, Ferrari M, Davidson C. Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2000, 83, 412-417.

Volpato C, Monteiro S, Andrada M, Fredel M, Petter C. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dental Materials Journal*, 2009, 25, 87-93.

Yang Y, Yu J, Gao J, Guo J, Li L, Zhao Y, Zhang S. Clinical outcomes of different types of tooth-supported bilayer lithium disilicate all-ceramic restorations after functioning up to 5 years: A retrospective study. *Journal of Dentistry*, 2016, 51, 56-61.

Yilmaz B, Karaagaglioglu L. Comparison of visual shade determination and an intra-oral dental colourimeter. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2008, 35, 789-794.

Yilmaz B, Yuzugullu B, Inar D, Berksun S. Effects of shade tab arrangement on the repeatability and accuracy of shade selection. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2014, 105:(6), 383-386.

Zarone F, Ferrari M, Mangano F, Leone R, Sorrentino R. Digitally Oriented Materials: Focus on Lithium Disilicate Ceramics. Review. *Journal of Dentistry*, 2016, 2016, 1-16.